

削孔エネルギーと地質展開写真による地山評価 (その2: 3次元的な地質構造の把握)

大成建設技術センター社会基盤技術研究部 正会員〇市来 孝志, 古賀 快尚, 山上 順民, 谷 卓也, 青木 智幸
大成建設札幌支店 正会員 藤井 健二

1. はじめに

山岳トンネル工事においては, 切羽近傍の地質構造を把握し, 切羽作業での安全確保や施工の効率化をはかっている. 特に, 切羽面とその周囲の壁面の観察スケッチ, 写真, 削孔データは, 3次元的な地質構造を推測するための重要な情報である. 近年, 削孔時の機械データ(速度, 打撃圧, フィード圧, 回転圧, 等)を削孔位置とともに自動で取得できるドリルジャンボの導入により, 切羽近傍地山の良・不良の評価に装薬孔やロックボルト孔の削孔データを積極的に活かす取り組みが行われている(例えば1).

筆者らは, これまで地下発電所建設での空洞背面の弱層把握において, 坑壁スケッチと削孔エネルギー分布を組み合わせた岩盤評価を行ってきた²⁾. この技術を山岳トンネルの施工に適用するため, 観察スケッチを地質展開写真に置き換え, 施工時に得られる種々のデータを取り込み施工に反映させるシステムの開発を現在進めている. 本稿では, 山岳トンネル現場の45m区間において, 地質展開写真とドリルジャンボから得られる削孔時のデータからトンネル周囲の地質構造を3次元的に評価した事例を報告する.

2. 評価方法

次に示す主に3つのステップで, 3次元地質構造を評価した.

- ①色や亀裂, 等の一定の岩相を呈する地質状況が連続して現れている箇所において, 地山と削孔エネルギーの関係を求める.
- ②地質展開写真と削孔エネルギーの分布について, ソフトウェアを用いて3次元可視化する.
- ③切羽面やトンネル空洞の背面について, 削孔エネルギーの分布と特徴的な地山の3次元的な分布を対応させ, 地質の構造を推察し図化する.

なお, この評価に用いる地質展開写真は, 前稿(その1)で述べた切羽画像撮影装置を用い, 1掘削毎に撮影した坑壁写真をつなぎ合わせて作成した. また, 削孔エネルギーは, 装薬孔とロックボルト孔の削孔時に得られた, ドリルジャンボの機械データから換算した値を用いた.

3. 評価結果

3.1 評価区間における地山性状の概要

3次元地質構造の評価区間は, 写真-1に示す2つの特徴的な地山状況を呈していた. 以降, 凝灰岩と安山岩溶岩が観察される区間を「区間①」, 安山岩溶岩のみが観察される区間を「区間②」と称す.

3.2 地山の性状と削孔エネルギーの関係

図-1に, 距離程と削孔エネルギーとの関係を示す. 削孔エネルギーとしては, 左右のロックボルト孔, 切羽前方への装薬孔について, それぞれ平均値の距離変化

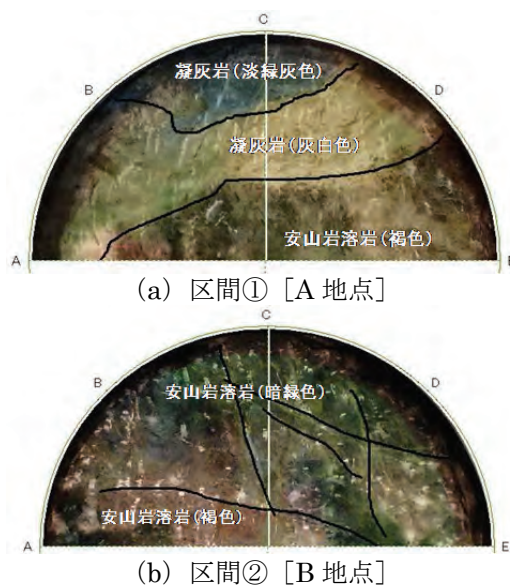


写真-1 区間□および区間□の切羽状況

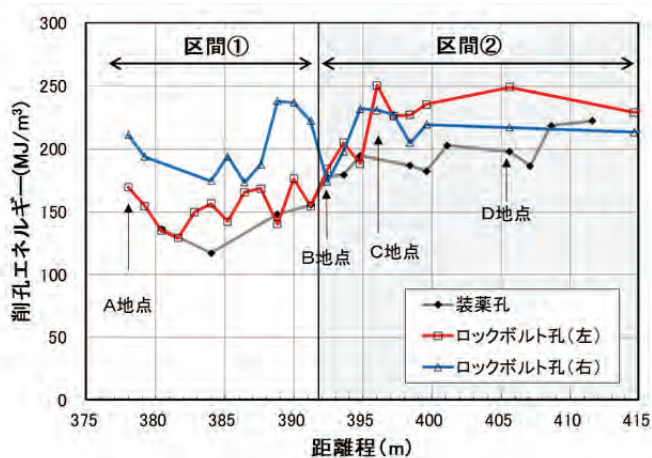


図-1 距離程による削孔エネルギーの分布

キーワード 山岳トンネル, 削孔エネルギー, 地質展開写真, 切羽の安定性評価, 3次元地質構造
連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL 045-814-7217 FAX 045-814-7258

を示している。写真-1(a)に示すように、灰白色の凝灰岩が切羽中央および左側に分布する区間①では、左側のロックボルトの削孔エネルギーが低く、特に切羽上部の灰白色および淡緑灰色の凝灰岩部分からは肌落ちも生じた。一方、写真-1(b)の区間②では、褐色および暗緑色の安山岩溶岩が全体に分布しており、削孔エネルギーも区間①に比して大きい。

3.3 3次元地質構造評価結果

地質展開写真とロックボルト孔毎の削孔エネルギーの分布について、3次元可視化画像を図-2(a)に示す。次に、地質展開写真からトンネル壁面に現れた地質状況を、安山岩溶岩、淡緑灰色の凝灰岩、安山岩のそれぞれの分布を色別に示した物を図-2(b)に示す。各岩種に対応する掘削エネルギーの値から、トンネル空洞周辺に凝灰岩が位置する範囲、分布状況を図化し(図-3(a))、B地点における横断面内の地質状況を図-3(b)に示す。この、図-3では安山岩溶岩と凝灰岩の境界面がトンネル坑壁背面までの連続していることが示唆されており、横断面内においてその分布位置や範囲が把握可能である。

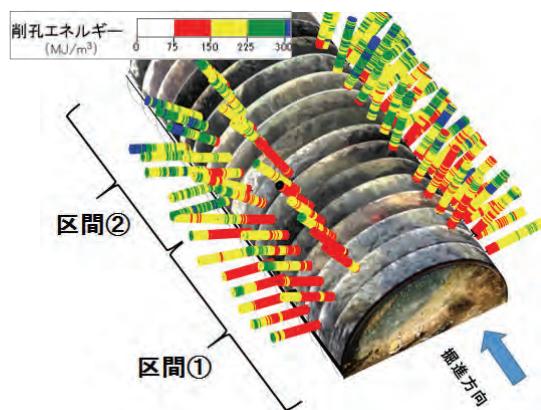
4. まとめと展望

凝灰岩や安山岩溶岩混在する不規則な地山状況下のトンネル施工区間において、地質展開写真と削孔エネルギー、これらの3次元的な可視化イメージを利用して、地質的な弱部となり得る凝灰岩の、3次元的な分布状況をビジュアルに表示することができた。通常、切羽面の観察結果のみでは、塊状の分布等により切羽面で見られる地質状況が急変する場合、地質の連続性を十分に把握できないこともあるが、地質展開写真と削孔エネルギー分布を利用することで、地質の連続性を容易に判定できる事が今回の事例から分かった。さらに、切羽写真で確認できる岩相(色や亀裂の多少等の特徴)と削孔エネルギーの大小を対応させて評価する手法は、削孔エネルギーのみの分布から想定する地質構造よりも、より現実的な地質の3次元構造の把握ができる点で優位であると考えられる。

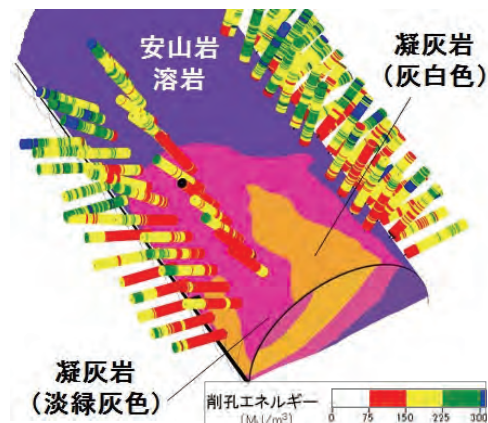
今後は、手動で実施している作業を、専用プログラムの開発により容易かつ迅速に行えるようにし、切羽の安全確保や支保パターンの選定、対策工の範囲等の判定において、3次元の地質構造を示す図をリアルタイム入手し活用できるような施工支援システムを開発していきたい。

参考文献

- 宮嶋保幸, 白鷺卓, 戸邊勇人, 山本拓治, 犬塚隆明, 松下智昭: コンピュータジャンボと画像解析を利用したトンネル周辺の地質評価技術, トンネル工学報告集, 第26巻, I-36, 2016.
- 武田宣孝, 西村哲治, 山上順民: 地下空洞掘削における情報化施工への穿孔検層の適用性, 電力土木, No.359, 2012.

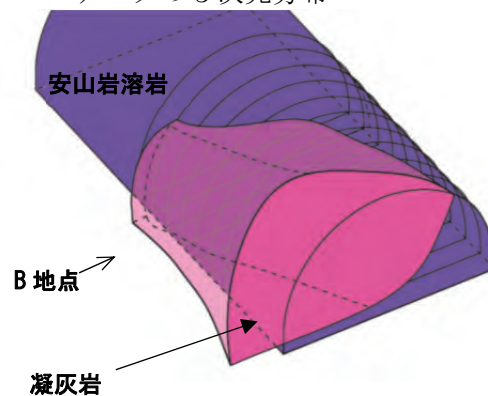


(a) 地質展開写真と削孔エネルギー

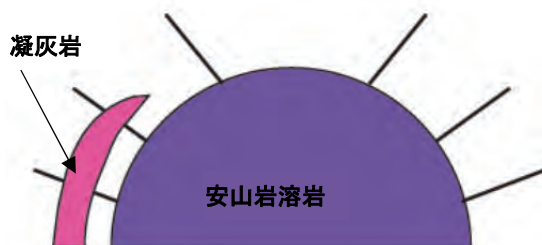


(b) 各岩種の存在位置と削孔エネルギー

図-2 トンネル周囲の地質状況および削孔データの3次元分布



(a) 3次元的な分布状況



(b) 横断面内での分布状況 [B 地点]

図-3 凝灰岩の分布範囲の評価結果